

Klassensitzungen

Klima- und Umweltberichte aus der Tiefe von Seen*

ANTJE SCHWALB

Institut für Geosysteme und Bioindikation der TU Braunschweig
Langer Kamp 19c, D-38106 Braunschweig

Seen sind dynamische Systeme, die auf Umweltänderungen reagieren und diese archivieren. Eine junge Geowissenschaft an der aktuellen Forschungsfront ist die Limnogeologie. Sie bildet die Schnittstelle von naturwissenschaftlicher Grundlagenforschung und angewandter Forschung bis hin zu den Geisteswissenschaften und umfasst die natürliche Klima- und Umweltgeschichte von der frühen Erdgeschichte bis zu den Auswirkungen von anthropogenen Aktivitäten seit der Ur- und Frühgeschichte. Die Limnogeologie stellt grundlegende Informationen zur Verfügung, die für ein breites Forschungsspektrum von grosser Bedeutung sind. Dazu gehören derzeit insbesondere die folgenden vier Schwerpunktthemen:

- (1) Die Industrie ist zunehmend an Seebecken und ihrem Rohstoffpotenzial interessiert, insbesondere im Bereich Erdöl, Erdgas und Salz/Leichtmetalle.
- (2) Fragen zur Paläoklimatologie haben das Interesse auf die globale Bedeutung von kontinentalen Klima- und Umweltarchiven gelenkt, das sich in der zunehmenden Anzahl an Bohrungen des „International Continental Scientific Drilling (ICDP)“ ausdrückt. Diese Initiativen werden durch Untersuchungen der Klimaeinflüsse auf moderne Seen und ihr biologisches Inventar ergänzt. Fragen des Globalen Klimawandels stimulieren auch das Interesse an der Paläographie früherer Kontinent-Konfigurationen. Eine detaillierte sedimentologische Analyse rezenter und alter Langzeitseen, die seit mehreren Millionen von Jahren existieren, ist notwendig, um die tektonischen, klimatischen und anthropogenen Einflüsse auf die Seesedimentation zu charakterisieren und zu unterscheiden.
- (3) Seen mit extremen Lebensbedingungen fungierten möglicherweise als „Brut-schränke“ für die Biodiversität und haben das Potenzial, das Verständnis der Evolution vielfältiger, nicht-mariner, Organismen voranzutreiben.
- (4) Seesedimente liefern kritische Information zum Verschmutzungsgrad, zur Nährstoffentwicklung und zur Ökotoxikologie; Referenzzustände zur Beurteilung von Wasserqualität und zum anthropogenen Einfluss auf die Umwelt im globalen Massstab sowie auf einzelne, lokale Seeökosysteme (Smol, 2008).

* Der Vortrag wurde am 08.02.2013 vor der Klasse für Mathematik der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

Seesedimente haben den großen Vorteil, dass sie Klima- und Umweltveränderungen im See und seinem Einzugsgebiet mit hoher zeitlicher Auflösung speichern. Im Seeschlamm begrabene Klima- und Umweltindikatoren wie Kleinstlebewesen, Algen, Pollenkörner sind Bioindikatoren (Pérez et al., 2013), die zusammen mit mikrometerkleinen Gesteins- und Pflanzenresten als Zeitzeugen genutzt werden können, deren Analyse eine detaillierte Reise in die Vergangenheit erlaubt (Cohen, 2003; Schwalb et al., 2007). Als indirekte Anzeiger oder „Proxies“ ermöglichen sie zum Beispiel die Rekonstruktion von Nährstoffgehalten im Wasser, der Leitfähigkeit und des pH-Wertes, sowie der Änderung von Seespiegeln (Frenzel et al., 2010; Wrozyńska et al., 2010). Letztere sind wichtige Indikatoren für Änderungen im hydrologischen Kreislauf. Besonders wertvolle Bioindikatoren sind solche mit sehr eng definierten ökologischen Ansprüchen. Anhand von heute in aquatischen Milieus mit bekannten Charakteristika (Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert u.a.) lebenden Organismen werden Trainingssets erstellt, von denen sog. „Transfer-Funktionen“ abgeleitet werden. Diese werden anschließend auf Datensätze fossiler Artenvergesellschaftungen angewendet, um Umweltveränderungen über die Zeit quantitativ abzuleiten und um zukünftige Klimaänderungen abzuschätzen.

Fluss- und Landschaftsdynamik im Umfeld späteiszeitlicher Lagerplätze

Späteiszeitliche Stillwassersedimente verlandeter Flussmäander dokumentieren z.B. die Fluss- und Landschaftsdynamik im Umfeld späteiszeitlicher Lagerplätze bei Grabow und Weitsche (Elbe-Jeetzel-Niederung, Nordostniedersachsen). Die Sedimente dokumentieren den typischen Wandel der Flusslandschaft von periglazialer Kältesteppe mit Braided-River-System zur späteiszeitlichen sich schließenden Waldlandschaft mit breitem mäandrierendem Flussverlauf (Turner et al., 2013). In situ-Funde von Feuerstein- und Bernsteinartefakten sowie von Holzkohle und Knochen in vom mäandrierenden System abgelagerten Hochflutsedimenten ermöglichen es zudem, über multidisziplinäre geowissenschaftliche Untersuchungen die späteiszeitliche Besiedlung direkt mit der Landschaftsentwicklung zu verknüpfen. Die Rekonstruktionen zeigen für die Federmesser-Siedlungsphase eine sehr vielfältige Flusslandschaft im Elbe-Urstromtal mit Fließgewässern, Stillgewässern und Feuchtgebieten, eine Sondersituation innerhalb sich schließender Birkenwälder des frühen Allerøds vor ca. 13.000 Jahren. Die Analysen belegen daneben den erhöhten Eintrag von Holzkohlepartikeln in Hochflut- und Stillwassersedimente während der Siedlungsphase, demonstrieren damit sowohl die im Spätglazial schnell wechselnden Klima- und Umweltbedingungen im Umfeld der Siedlungsplätze, und geben aber auch erstmals Hinweise auf eine (kleinräumige) direkte Beeinflussung der Umwelt durch die Federmessergruppen (Turner et al., 2013).

Schmelzwasserproduktion und Temperaturen

Die spätglaziale Wärmephase endete abrupt vor ca. 12.700 Jahren mit dem Einsetzen der Jüngeren Dryas, der letzten Kältephase vor Beginn unserer heutigen Warmzeit, dem Holozän. Stabile Sauerstoffisotope, gemessen an Kalkschalen von Ostracoden, ca. 1 mm langen Muschelkrebse, aus den Sedimenten des Bodensees belegen einen Temperaturrückgang von ca. 7°C im Einzugsgebiet des Bodensees zu Beginn der Jüngeren Dryas innerhalb von 30 Jahren (Schwalb et al., 2013). Dieser Kälterückschlag wurde vermutlich durch den Eintrag von Schmelzwasser vom nordamerikanischen Kontinent in den Nordatlantik ausgelöst, der durch die Bildung einer Frischwasserlinse zum Unterbruch des Wärmetransports in den nördlichen Nordatlantik führte (u.a. Berger, 1990) und somit zum Abschalten unserer Fernwärmeheizung. Vor ca. 11.600 Jahren sprang diese wieder an, und das Holozän begann. Dieses Beispiel macht deutlich, wie z.B. ein verstärkter Eintrag von Schmelzwasser, wie er heute in Folge der Globalen Erwärmung verstärkt statt findet, zunächst zu einer drastischen und schnellen Abkühlung führen könnte.

Literaturhinweise

BERGER, W.H. 1990: The Younger Dryas cold spell – a quest for causes. *Global and Planetary Change* **3**(3): 219–237.

COHEN, A. 2003: *Paleolimnology, The History and Evolution of Lake Systems* New York, Oxford University Press.

FRENZEL, P., C. WROZYNA, M. XIE, L. ZHU, & A. SCHWALB 2010: Palaeo-water depth estimation for a 600-year record from Nam Co (Tibet) using an ostracod-based transfer function. *Quaternary International* **218**: 157–165. doi:10.1016/j.quaint.2009.06.010

PÉREZ, L., J. LORENSCHAT, J. MASSAFERRO, C. PAILLES, F. SYLVESTRE, W. HOLLWEDEL, G.-O. BRANDORFF, M. BRENNER, G. ISLEBE, M. SOCORRO LOZANO, B. SCHARF & A. SCHWALB 2013: Bioindicators of climate and trophic state in lowland and highland aquatic ecosystems of the northern Neotropics. *International Journal of Tropical Biology and Conservation Revista de Biología Tropical* **61**(2): 603–644.

SMOL, J.P. 2008: *Pollution of Lakes and Rivers: A Paleoenvironmental Perspective – 2nd Edition*. Blackwell Publishing, Oxford. 383 pp.

SCHWALB, A., 2003: Lacustrine ostracodes as stable isotope recorders of late-glacial and holocene environmental dynamics and climate. D.G. Frey and E.S. Deevey Review #3. *J. Paleolim.* **29**(3): 265–351.

SCHWALB, A., P. STEEB, C. WROZYNA, R. MÄUSBACHER, G. DAUT, J. WALLNER, E. KROEMER, G. GLEIXNER, I. MÜGLER, D. SACHSE, V. MOSBRUGGER, B. SCHÜTT & J. BERKING 2007: Das Dach der Welt als Klimasensor. *Das Magazin der Deutschen Forschungsgemeinschaft*, 2/2007, 4–7.

TURNER, F., J.F. TOLKSDORF, F.A. VIEHBERG, A. SCHWALB, K. KAISER, K., F. BITTMANN, U. VON BRAMANN, R. POTT, U. STAESCHE, K. BREEST & S. VEIL 2013: Lateglacial/early Holocene fluvial reactions of the Jeetzel river (Elbe valley, Northern-Germany) to abrupt climatic and environmental changes. *Quaternary Science Reviews* **60**: 91–109, DOI: 10.1016/j.quascirev.2012.10.037

WROZYNA, C., P. FRENZEL, A. MACKENSEN, P. STEEB, R. VAN GELDERN, L. ZHU & A. SCHWALB 2010: Stable isotope and ostracode species association evidence for lake level changes of Nam Co, southern Tibet, during the past 600 years. *Quaternary International* **212**: 2–13. doi:10.1016/j.quaint.2008.12.010